©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

# Harpacticiden (Crustacea, Copepoda) der Hochgebirgsgewässer Andalusiens (Sierra Nevada, Spanien)

Von H. LÖFFLER

Mit 3 Tafeln

(Limnologische Lehrkanzel der Universität Wien, Biologische Station Lunz)

Vorgelegt in der Sitzung am 11. Jänner 1973 durch das w. M. W. Kühnelt.

Im Gegensatz zu Cladoceren (insbesondere Chydoriden) und vielen Cyclopiden dürfte passive Verbreitung durch Tiere, vor allem Vögel (LÖFFLER und LEIBETSEDER 1966), für Harpacticiden nur eine untergeordnete Rolle spielen. Lediglich Arten der Gattungen *Elaphoidella*, *Maraenobiotus*, *Tigriopus*, ferner *Epactophanes richardi* sowie einige halophile Arten scheinen besonders davon betroffen zu sein. Vielmehr hat es den Anschein, als ob für die gegenwärtige Verbreitung insbesondere außertropischer (aber auch bestimmter tropischer) Arten weitestgehend Vorgänge während des Pleistozäns und frühen Postpleistozäns verantwortlich wären, sei es die stark wechselnde Ausdehnung gewaltiger Eisstauseen, die Änderung des Verlaufes von Fließwässern oder andere Ereignisse. Zahlreiche Beispiele dafür sind u. a. in LANGS Monographie (1948) zusammengetragen. Auch in den Tropen dürfte mancher Verteilung von bestimmten Arten die hydrographische und klimatologische Situation während des Pleistozäns zugrunde liegen. So zeigt die Harpacticidenfauna ostafrikanischer Hochgebirge (LÖFFLER 1968) eine weitgehende Identität mit jener von Hochgebirgswässern Äthiopiens (in Vorbereitung). Beide Räume sind über den Rudolfsee miteinander hydrographisch verbunden. Doch besteht gegenwärtig sowohl zufolge der Salinität des genannten Sees als auch in klimatischer Hinsicht eine Verbreitungsbarriere. Schwieriger ist der Befund für Zentralamerika zu deuten (LÖFFLER 1972), wo Kaltwasserarten von allgemein nearktischer und palearktischer Verbreitung bis Guatemala reichen (Abb. 1), nicht aber bis zur pleistozän vergletscherten Cordillera Talamanca

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

oder gar zu den Anden. Umgekehrt reicht die Gattung *Attheyella* mit ihren südamerikanischen Untergattungen *Delachauxiella* und *Chappuisiella* (mit Ausnahme von einer offenbar leicht verbreitbaren und im gesamten Andenraum vorkommenden Art) nicht über Südamerika hinaus. Obwohl kein Zweifel besteht, daß zufolge der von Nordamerika bis Guatemala fast ununterbrochen reichenden Hochlandachse (auf Abb. 1 eingetragen: 2000 m Isohypse) ein während des Pleistozäns kühler Raum gewährleistet sein mußte, besteht doch hydrographisch kein Konnex, jedenfalls nicht über den Isthmus von Tehuantepec hinweg. Doch sind andererseits die Barrieren zwischen den verschiedenen Einzugsgebieten von Nordamerika bis Guatemala insgesamt nicht bedeutend, sicher nicht so bedeutend wie die klimatische Barriere zwischen Guatemala und Costa Rica (Abstand der 2000 m Isohypsen ca. 600 km).

Eine ähnliche Situation ist in Europa gegeben: auch hier besteht während des Pleistozäns zufolge der verschiedenen Nord—Süd orientierten Hochlandachsen bis in den Mediterran-Raum ein klimatisches Kontinuum, das auf der iberischen Halbinsel die Verbindung mit der Sierra Nevada herstellt: So reicht während der letzten Vereisung Wald- und Strauchtundra bzw. Zwergstrauchtundra von den nördlichen Kalträumen bis nach Andalusien (Frenzel 1959, Abb. 3). Hydrographisch ist, ähnlich wie in Zentralamerika, auch hier kein Zusammenhang, doch sind keinerlei großräumige Barrieren dazwischen geschaltet. Es war somit zu erwarten, daß alpine oder boreoalpin verbreitete Harpacticiden auch in den Hochgebirgsgewässern der Sierra Nevada auftreten, wie dies von terrestrischen Tieren, besonders Insekten, längst bekannt ist. (Lepidopteren: *Gnophos myrtillatus* Thunb., *Larentia flavicinctata* Hb., Coleopteren: *Silpha tyrolensis* Laich., *Helophorus glacialis* Vill., Holdhaus 1954).

Da sich die Sierra Nevada oberhalb 2500 m hauptsächlich aus Gneis und kristallinen Schiefern zusammensetzt, waren ferner nicht nur elektrolytarme Gewässer (vgl. Tab. 1), sondern auf Grund der alpinen Erfahrungen (Tilzer 1968, Löffler und Neuhuber 1970, unveröffentlichte Daten) auch eine auf diese spezialisierter (anhaliner) Formenschatz zu erwarten. Die Vorhersagbarkeit des Vorkommens solcher anhaliner Arten war schon anhand von Untersuchungen im Grünseegebiet (Rottenmanner Tauern) und Weißseegebiet (Stubachtal) für den Ostalpenbereich bestätigt worden, der in der kalkfreien Zentralzone und ab einer bestimmten Höhenstufe eine weitgehend gleiche Harpacticidenfauna zu haben scheint. Insbesondere bestimmte *Bryocamptus-*

Arten (*alpinus*, *van douwei*), ferner *Moraria brevipes* (vgl. NEUHUBER 1971) und vielleicht *Hypocamptus brehmi* gehören dazu (unveröffentlichte Daten).

Wie aus Abb. 2 hervorgeht, finden sich in der Sierra Nevada oberhalb 2600 m rund 20, hauptsächlich kleine Gewässer, die zum Großteil Karseen sind (MESSERLI 1965), in der Subnivalzone liegen und limnologisch bisher nicht untersucht sind. Die aktuelle Schneegrenze dürfte im fraglichen Raum zwischen 3600 und 3700 m liegen und war während des Pleistozäns um ca. 800 m abgesenkt (MESSERLI op. cit.). Gletscher reichten während des Würm bis auf 1450 m hinunter, von einem noch zu Beginn des Jahrhunderts bestehenden Kargletscher ist derzeit nur mehr ein Firnfleck vorhanden.

Das zweifellos tiefste Gewässer (20 m?) ist die Laguna de la Caldera unterhalb des Loma, mehrere kleine Gewässer sind in Verlandung begriffen (so die untersuchten Gewässer oberhalb der künstlich veränderten L. Yegua und die Laguna Delamosca) und dürften gut zur Entnahme von Bohrprofilen geeignet sein. Die eigenen Arbeiten beschränkten sich lediglich auf eine orientierende Aufsammlung am 25. 8. 1972 in Gewässern, die dem Dilhar- und Mulhacen-Fluß-System zugehören (Abb. 2). Unter diesen ist die Laguna de la Caldera auf 3033 m wohl der höchstgelegene See Europas und ebenso wie die übrigen aufgesuchten Objekte bar jeglicher Makrophyten (Gewässer oberhalb Laguna Yeguas, Laguna Rio Secco). Während aber die Laguna de la Caldera ein lediglich von vegetationslosen Blockhalden gebildetes Litoral besitzt, ist die Laguna Rio Secco von moosreichen Grasufern gesäumt und die Gewässer oberhalb der Laguna Yeguas teilweise von Moos umgeben (größtes dieser Gewässer, westseitig zur Zeit des Besuches mit Schneefeld). Eine vom oberen Tümpel der östlichen Gewässer oberhalb von Laguna Yeguas entnommene Wasserprobe lieferte folgende Werte:

Tab. 1. Chemische Daten oberer Tümpel, östliche Gewässergruppe oberhalb Laguna Yeguas.

| | | |
|---|---|---|
| Leitfähigkeit | 25,7 | $\mu S^{18}$ |
| SBV | 0,128 | mval/l |
| $Mg^{\cdot\cdot}$ | 0,22 | mval/l |
| $Ca^{\cdot\cdot}$ | 0,16 | mval/l |
| $Na^{\cdot}$ | 0,02 | mval/l |
| $K^{\cdot}$ | | Spuren |
| pH | 6,5 | |

Die in Tab. 2 genannten Crustaceen stammen ausschließlich aus dem Litoralbereich der besuchten Gewässer bzw. kleinen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Gewässern und sind mit Planktonnetz entnommen bzw. durch Auspressen von Moos- und Algenbeständen gewonnen. Von einer Darstellung der noch nicht bestimmten Begleitfauna ist hier abgesehen. Proben von folgenden 7 Fundorten liegen vor:

1: Ausfluß oberer Tümpel oberhalb Laguna Yeguas, Moose.
2: Tümpel oberhalb Laguna Yeguas, Moose und Fadenalgen.
3: oberer See oberhalb Laguna Yeguas, Moose.
4: Laguna Rio Secco, Ufermoos.
5: Laguna Rio Secco, lenitische Stelle des Zuflusses.
6: Laguna de la Caldera, Ufer.
7: Laguna de la Caldera, Planktonprobe (vom Ufer aus).

Tab. 2. Crustaceen aus Kleingewässern und Seen der Sierra Nevada.

| Fundort (Proben-Nummer): Art: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Bryocamptus minutus* (CLAUS) | — | + | — | — | — | — | — |
| *Bryocamptus zschokkei* (SCHMEIL) | + | + | — | — | — | — | — |
| *Bryocamptus rhaeticus* (SCHMEIL) | + | — | — | — | — | — | — |
| *Bryocamptus van douwei* (KESSLER) | — | — | — | — | + | — | — |
| *Bryocamptus* sp. (juv.) | + | + | + | — | — | — | — |
| *Moraria brevipes* (SARS) | + | + | + | — | — | — | — |
| *Hypocamptus brehmi* (DOUWE) | — | + | — | — | — | — | — |
| *Paracyclops fimbriatus* (FISCHER) | — | + | — | + | — | — | — |
| *Acanthocyclops vernalis* (FISCHER) | + | — | + | — | — | — | — |
| *Mixodiaptomus laciniatus* (LILLJ.) | — | — | — | — | — | + | + |
| *Diaptomus* sp. (große Art) | — | — | — | — | — | + | + |
| *Alona* sp. | — | — | — | — | — | + | — |
| *Pleuroxus* sp. | — | — | — | + | — | — | — |
| *Chydorus sphaericus* (O. F. MÜLLER) | — | — | — | + | — | + | — |
| *Potamocypris* sp. | + | + | — | — | — | — | — |

Abb. 3 bringt die Verteilung der auf die Hochgebirge Süd- und Mitteleuropas beschränkten *Bryocamptus*-Arten (*B. rhaeticus* kommt außerdem in England und Schottland vor), die wohl als weitgehend kalt stenotherm aufzufassen sind. Ziemlich sicher gehört auch *Hypocamptus brehmi* zu dieser Gruppe. *Bryocamptus van douwei* dürfte zusätzlich (ebenso wie weiter verbreitete *Moraria brevipes*) auf elektrolytarme Gewässer angewiesen sein. Merkwürdigerweise ist keine der genannten Arten (mit Ausnahme von *Moraria brevipes*) aus Nordeuropa bekannt, so daß dem boreoalpinen Verbreitungstypus noch am ehesten *B. rhaeticus* entspricht (vgl. auch HOLDHAUS 1954, p. 309). Weitaus besser stimmt damit die Verteilung von *Diaptomus laciniatus* überein, der nun zum erstenmal für Südspanien nachgewiesen ist (vgl. MARGALEFF 1953, Spanien sonst: Gebiet von Santander, Pyre-

näen). Für Diaptomiden ist freilich auf Grund der möglichen Dauereibildung vieler Arten die Möglichkeit passiver Verbreitung ungleich größer. Insgesamt kann also, was die bisher bekannten Daten anbelangt, eine erstaunliche Parallele der fraglichen Harpacticoida-Verteilung in Zentralamerika und SW-Europa festgestellt werden: Sie ist offenbar geprägt durch kaltzeitliche Ausdehnung von Tundrenräumen, die zufolge orographischer Verhältnisse hier wie dort geschlossen weit in den Süden ausgreifen. Ob ähnlich wie in Zentralamerika der Isthmus von Tehuantepec, in Europa auch die Straße von Gibraltar überwunden wurde und boreoalpine Verbreitung noch den Atlas einschließt, bliebe zu untersuchen: der hydrographischen Barriere wegen wäre es freilich nicht zu erwarten.

## Literatur

FRENZEL, B., 1959: Die Vegetations- und Landschaftszonen Nord-Eurasiens während der letzten Eiszeit und während der postglazialen Wärmezeit, I, II (1960). — Verl. Akad. Wiss. Mainz (F. Steiner, Wiesbaden), 937 bis 1099, 289—453.

HOLDHAUS, K., 1954: Die Spuren der Eiszeit in der Tierwelt Europas. — Abh. Zool. Bot. Ges. Wien 18, 493 pp.

LÖFFLER, H., 1968: Die Hochgebirgsseen Ostafrikas. — Hochgebirgs-Forschung 1, 1—68.

— 1972: Contribution to the limnology of high mountain lakes in Central America. — Int. Rev. Hydrobiol. 57, 397—408.

LÖFFLER, H. und J. LEIBETSEDER, 1966: Daten zur Dauer des Darmdurchganges bei Vögeln. — Zool. Anz. 177, 334—340.

LÖFFLER, H. und F. NEUHUBER, 1970: Harpacticoida, in: Catalogus Fauna Austriae VIIIc, 1—10.

MARGALEF, R., 1953: Los Crustaceos de las aguas continentales Ibericas. — Publ. Inst. Forestal Invest. Exper. Madrid. 243 pp.

MESSERLI, B., 1965: Beiträge zur Geomorphologie der Sierra Nevada (Andalusien). — Diss. Univ. Bern, Juris-Zürich, 178 pp.

NEUHUBER, F., 1970: Faktorenanalyse sphagnumbewohnender Harpacticoida (Copepoda) unter besonderer Berücksichtigung von *Moraria brevipes* (SARS) (Canthocamptidae).

TILZER, M., 1968: Zur Ökologie und Besiedlung des hochalpinen hyporheischen Interstitials im Arlberggebiet (Österreich). — Arch. Hydrobiol. 65, 253—308.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

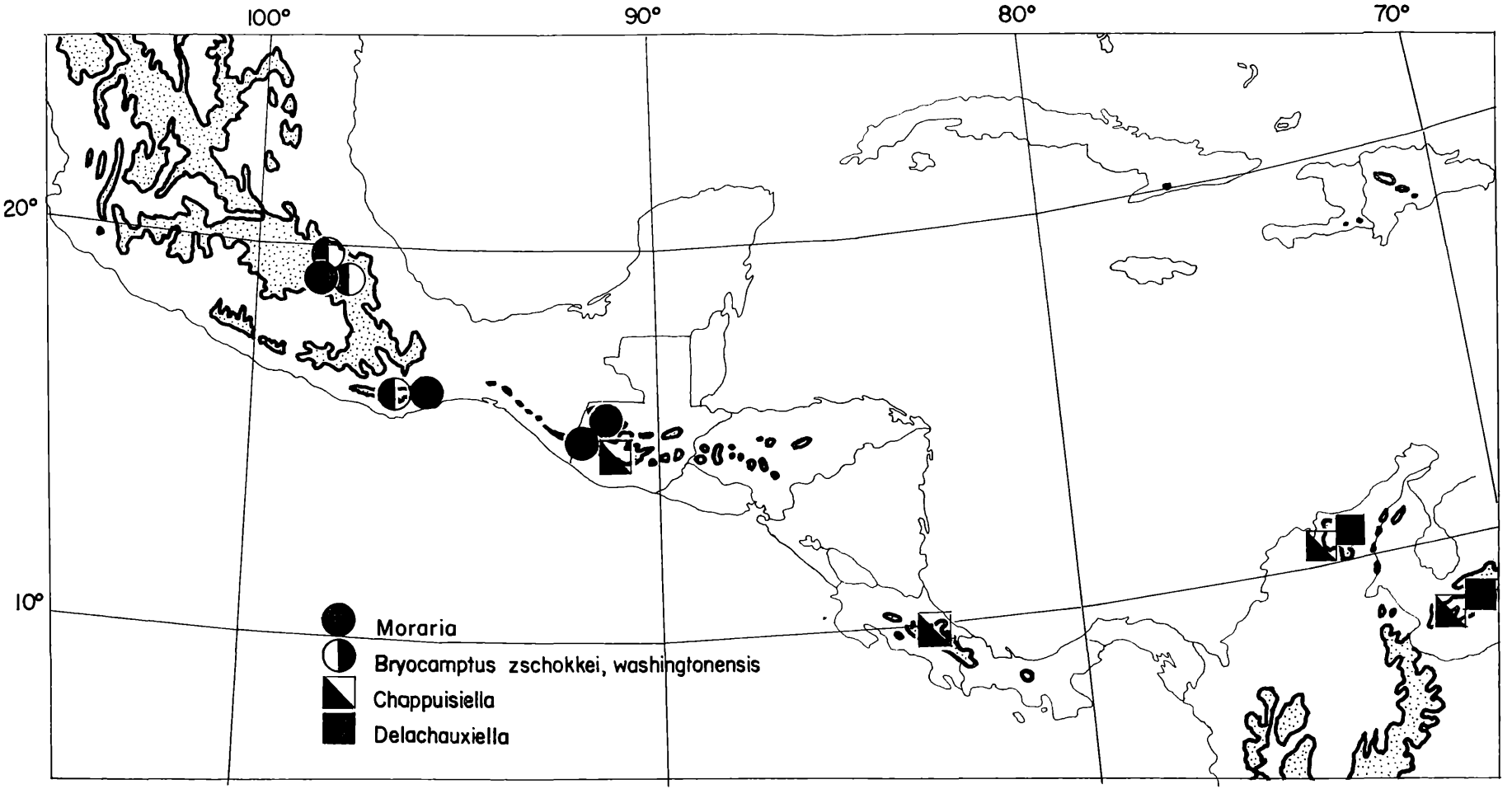



Abb. 1. Verbreitung der Gattungen *Moraria* und *Bryocamptus* (ohne *B. minutus*) sowie der Untergattungen *Chappuisiella* und *Delachauxiella* in Zentralamerika und Südamerika. Eingetragen: 2000 m Isohypse, etwas schematisiert.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

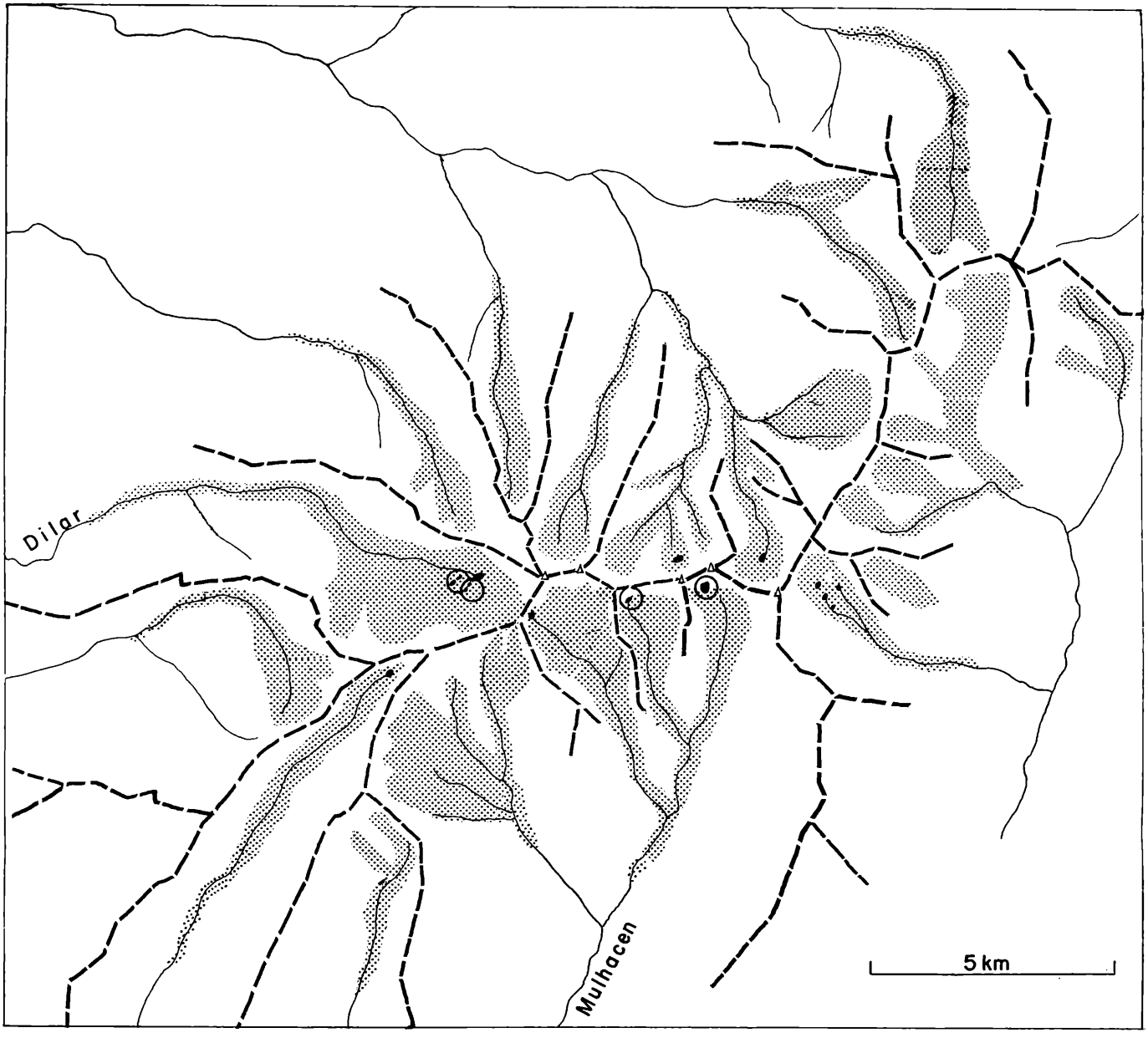
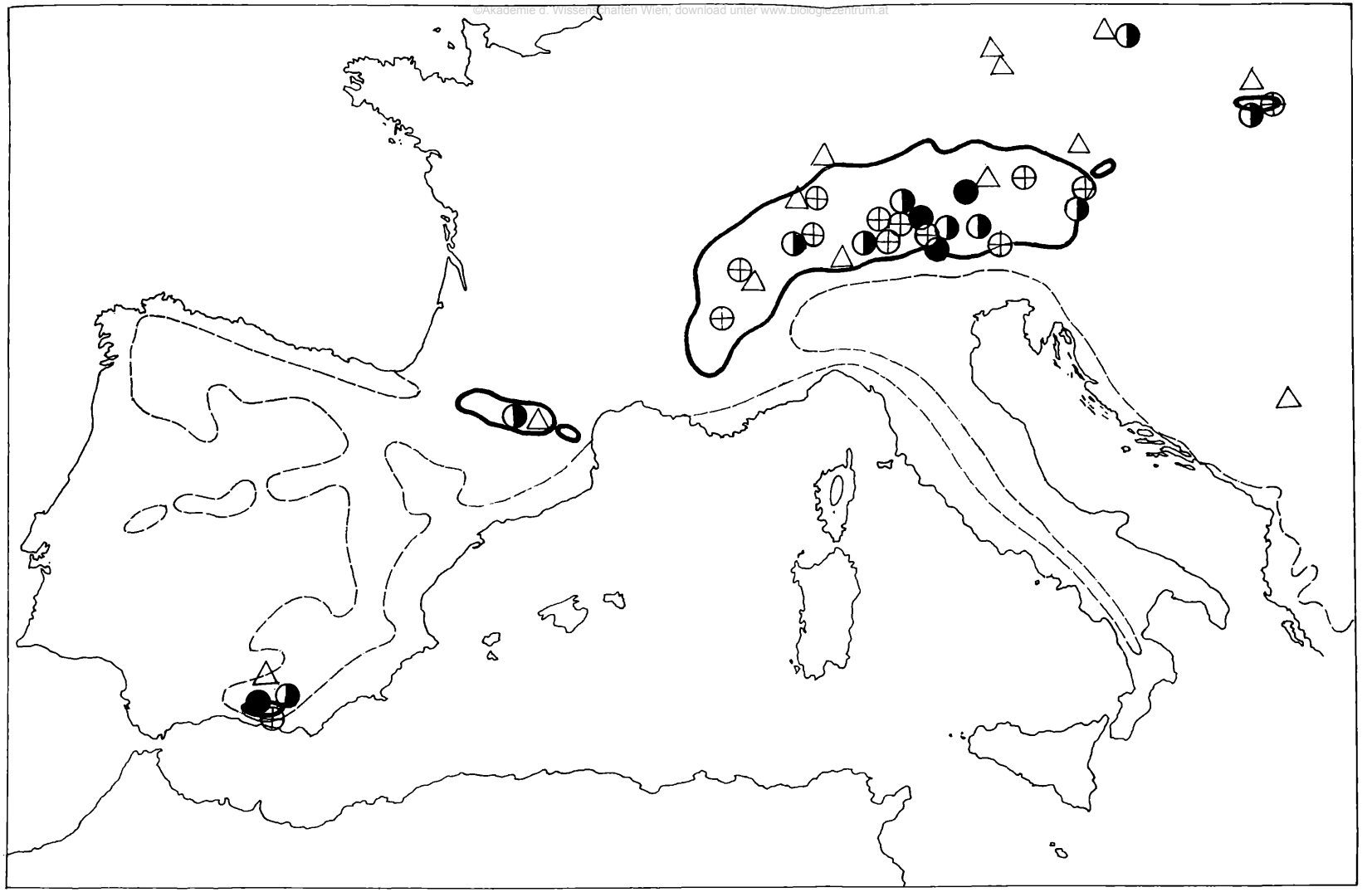



Abb. 2. Hochgebirgszone der Sierra Nevada. Probengebiete (Kreise) von links nach rechts: See oberhalb Laguna Yeguas; oberer und unterer Tümpel oberhalb Laguna Yeguas; Laguna Rio Secco; Laguna de la Caldera. Eingetragen: punktierte Fläche: Ausmaß der Würm-Vergletscherung nach MESSERLI (1965).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



● Hypocamptus brehmi
◑ Bryocamptus van douwei
⊕ Bryocamptus rhaeticus
△ Moraria brevipes

Abb. 3. Verbreitung kalt stenothermer Harpacticiden der Sierra Nevada. Eingetragen: Gebiete der Wald-, Strauch- und Zwergstrauchtundra während der Würm-Zeit (gebrochene Linie). Würmzeitliche Vereisung (dick ausgezogen). Schematisiert nach FRENZEL (1959).